



Original

Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en indicadores bioproductivos y hematológicos de crías porcinas

Effect of Efficient Microorganism Biopreparation on the Bioproductive and Hematological Parameters of Swine Herds

Alex Valdés Suárez ^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5265-045X>

Y Víctor Manuel Álvarez Villar ¹ <https://orcid.org/0000-0001-7855-188X>

Y Yaneisy García Hernández ² <https://orcid.org/0000-0002-7055-4880>

Paulo Salgado ³ <https://orcid.org/0000-0003-0041-0256>

Yoel Rodríguez Valera ⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9072-7577>

Elicer Pérez Pineda ⁴ <https://orcid.org/0000-0001-5040-5493>

¹ Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.

² Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

³ Centro Internacional en Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD), Selmet, Universidad de Montpellier, CIRAD, INRAE, Instituto Agro, Campus international de Baillarguet, Francia.

⁴ Facultad Agropecuaria, Universidad de Granma. Granma, Cuba.

* Autor para la correspondencia(email): alexvaldess1986@gmail.com

RESUMEN

Antecedentes: Los microorganismos eficientes, posibilitan un espectro de aplicación amplio en la producción agrícola y animal.

Como citar (APA)

Valdés Suárez, A., Álvarez Villar, V., García Hernández, Y., Salgado, P., Rodríguez Valera, Y., & Pérez Pineda, E. (2022). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en indicadores bioproductivos y hematológicos de crías porcinas. *Revista de Producción Animal*, 34(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4118>



El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de adapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes autóctonos de Guantánamo (MEAG) en indicadores bioprodutivos y hematológicos de crías porcinas.

Métodos: Se utilizaron 96 crías (Duroc/CC21) desde su nacimiento y peso de $1,55 \pm 0,27$ kg, que se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado en cuatro grupos, con 24 repeticiones. Los tratamientos fueron control y adición del biopreparado en dosis de 2,0; 10,0 y 20,0 mL.kg⁻¹ de pesos vivo/día, vía oral. El experimento duró 33 días y se analizaron los indicadores peso vivo final, incremento de peso, ganancia media diaria, conversión alimentaria, mortalidad, morbilidad, hemoglobina, hematocrito, leucocitos totales, eosinófilos, linfocitos y monocitos. Se realizó un análisis de varianza simple, las diferencias entre medias se detectaron con el test de rangos múltiples.

Resultados: Se obtuvieron los resultados superiores ($p < 0,05$) en dosis de 2,0 mL del biopreparado de MEAG/kg de peso vivo, para las variables peso vivo final e incremento de peso (0,59; 0,70 y 0,66 kg), ganancia media diaria e inferior en la conversión alimentaria, al control y los tratamientos dos y tres. Solo para la morbilidad se detectaron diferencias entre los animales del grupo control y el tratamiento tres, sin diferencias entre los dos grupos restantes. Los valores hematológicos aumentaron al incrementar las dosis, pero en el rango normal.

Conclusiones: Se concluye que el uso del biopreparado de MEAG como aditivo alimenticio mejora los indicadores bioprodutivos y hematológicos de crías porcinas.

Palabras clave: aditivo microbiano, cerdos, respuesta productiva (*Fuente: AIMS*)

ABSTRACT

Background: Efficient microorganisms offer a broad application spectrum in crop and animal production.

Aim: to evaluate the effect of a biopreparation containing autochthonous efficient microorganisms in Guantánamo (MEAG), Cuba, on the bioprodutive and hematologic parameters of swine herds.

Methods: A total of 96 animals (Duroc/CC21) weighing 1.55 ± 0.27 kg were included in the experiment since birth, and distributed in four groups with 24 repetitions, following a completely randomized design. The treatments consisted in the control and addition of the biopreparation, in 2.0, 10.0, and 20.0 mL.kg⁻¹ doses live weight/day, orally. The experiment lasted 33 days, and the final weight, weight gain, mean daily gain, feed conversion, mortality, morbidity, hemoglobin, hematocrit, total leucocytes, eosinophils, lymphocytes, and monocytes were analyzed. A simple analysis of variance was performed, and the mean differences were detected using the multiple range test.

Results: The results were better ($p < 0.05$) in the 2.0 mL dose of the MEAG/kg live weight biopreparation associated with final live weight and weight gain (0.59; 0.70, and 0.66 kg), and mean daily gain; whereas it was lower in feed conversion in the control and treatments two and three. In morbidity alone, differences between the control group and treatment three were observed, though no differences were detected between the two remaining groups. The hematological values rose with larger doses, but within the normal range.

Conclusions: The utilization of MEAG as a feed additive improves the bioprodutive and hematological parameters of swine herds.

Key words: microbial additive, pigs, productive response (*Source: AIMS*)

Recibido: 4/1/2022

Aceptado: 5/1/2022

INTRODUCCIÓN

La explotación animal moderna se caracteriza por una alta intensidad productiva, cualquiera que sea la especie. Esto somete a los animales a constantes situaciones estresantes, que pueden traer como consecuencia mayor frecuencia en la aparición de enfermedades y disminución de los niveles de producción (Beruvides *et al.*, 2018). La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado con respecto a otras especies (bovina, ovina o equina). Esto constituye aproximadamente del 10 al 15 % de los lechones nacidos vivo, a pesar de que la porcicultura cuenta con una de las más modernas tecnologías en producción animal. La propia naturaleza del lechón es responsable de ello, al nacer con unas deficiencias fisiológicas marcadas, lo que dificulta su adaptación al nuevo medio en las primeras 24 a 72 h de vida (Ayala *et al.*, 2008).

En la actualidad, una alternativa para aumentar el rendimiento productivo en los animales es el empleo, en la ingesta diaria, de aditivos como biocatalizadores, enzimas, probióticos, aceites esenciales y compuestos bioactivos de plantas y semillas (Sathyabama *et al.*, 2014; Rodríguez-Fernández *et al.*, 2016). Otra opción sostenible la ofrecen los microorganismos eficientes (ME), quienes, además de compartir puntos de contacto con los anteriores, posibilitan un espectro de aplicación más amplio en la producción agrícola y animal (Barreto Argilagos *et al.*, 2017). De forma general, estos se definen como un cultivo mixto de microorganismos benéficos, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Luna y Mesa, 2016).

En Cuba, centros de investigación como la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey en la provincia de Matanzas y la Universidad de Camagüey desarrollaron mezclas de microorganismos, a partir de hojarasca y otras materias orgánicas, obtenidas en zonas libres de la acción de abonos y herbicidas químicos, que se aplicaron en los sistemas de producción porcina. Estos preparados produjeron efectos benéficos en la salud de los animales e incrementos en los resultados zootécnicos (Barreto Argilagos *et al.*, 2015; Montejo-Sierra *et al.*, 2017; Rodríguez *et al.*, 2021).

En el caso de las provincias orientales de Cuba, como Guantánamo, no se reportan evidencias científicas suficientes en cuanto a la dosificación de microorganismos eficientes autóctonos para crianza porcina en la etapa neonatal. De ahí que, la presente investigación tuvo como objetivo

evaluar el efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes autóctonos de Guantánamo (MEAG) en indicadores bioproductivos y hematológicos de crías porcinas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Unidad Porcina AZUMAT, perteneciente a la empresa del mismo nombre, ubicada en la carretera a Jamaica km 5 ½, municipio Manuel Tames en la provincia Guantánamo, con cuadrante epizootiológico 102-147-17. El régimen de lluvias promedio es 746 mm/año, temperatura media es de 25°C y humedad relativa promedio de 77 %.

Diseño y tratamiento experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 24 repeticiones por tratamiento, los que fueron: control y adición del biopreparado de microorganismos eficientes en dosis de 2,0; 10,0 y 20,0 mL.kg⁻¹ de pesos vivo (PV)/día suministrado vía oral utilizando jeringuillas de plástico del séptimo hasta los 33 días de vida de las crías, previa adaptación con mono-dosis del aditivo desde el nacimiento al sexto día. Se utilizaron tres corrales por tratamiento y cada animal constituyó una unidad experimental. Los animales se identificaron con números consecutivos a través del patrón de muescas utilizadas en las unidades genéticas (IIP, 2016).

Animales y sistema de alimentación y manejo

En el estudio se utilizaron 96 crías desde su nacimiento y con peso vivo promedio de 1,55±0,27 kg, de ambos sexos (49 hembras y 47 machos) del cruce Duroc/CC21. Los animales se alojaron junto a sus madres en corrales de maternidad estándar tipo Flat-Deck, con dimensión de 1.60 m ancho/2.40 m de largo. La dieta suministrada fue pienso pre-iniciador (harinas de pescado y maíz), según requerimientos nutricionales para la categoría cría (Rostagno *et al.*, 2017) y los procedimientos técnicos cubanos (IIP, 2016). Este se ofreció en comederos especializados para la categoría y cinco veces por día, iniciando a la 7:00 am después del suministro de las dosis correspondientes del biopreparado de MEAG a los animales. El consumo de leche materna se estimó por el método de doble pesada (Mercanti, 2018) en 21 kg/animal, de ellos sólidos totales (ST) 4.11 kg y el de concentrado promedio fue de 1.23 kg materia seca (MS), a partir de ahí se determinó el consumo de energía metabolizable (EM) y proteína bruta (PB). Los cerdos se trataron con MEAG por 33 días que duró la etapa experimental y se pesaron semanalmente para ajustar la dosis aplicada. El agua se suministró *ad libitum* en bebederos tipo tetinas a una altura de 8,0 cm del piso. Además, se cumplió con el manejo establecido por (IIP, 2016).

Preparación y características del biopreparado de MEAG

El cultivo del biopreparado de MEAG se elaboró según la metodología descrita por Tellez-Soria y Orberá-Ratón (2018). Al finalizar el proceso, se obtuvo un producto con olor ácido dulzón, propio de las fermentaciones lácticas, y las características que se presentan en la **tabla 1**. Para la

evaluación del biopreparado en los cerdos se prepararon, a la vez, tres tanques (capacidad total 600 L), que se mantuvieron en la nave antes mencionada durante el tiempo que duró la experimentación. Las características físicas se determinaron según las metodologías empleadas por Miranda (2018) y las microbiológicas se realizaron a muestras homogéneas de los tres tanques en el Laboratorio Provincial de Diagnóstico Veterinario, con empleo de las normas cubanas (NC) y por triplicado. En el caso de la concentración de bacterias lácticas, se empleó el método de diluciones seriadas y siembra en placas de Petri con medio agar MRS, que se incubaron 24-72 h a 37 °C. El pH se midió en pHmetro digital CRISON® Basic 20,40*H 110 (USA).

Tabla 1. Características físicas y microbiológicas del biopreparado de MEAG evaluado en precebas porcinas.

Indicador	Referencia	Media (n=3)	DE	CV %
Levaduras viables, UFC.mL ⁻¹	NC-ISO 1004:2016	1,6x10 ¹⁰	0,16	9,88
Hongos filamentosos, UFC.mL ⁻¹		2,7x10 ⁶	0,18	6,68
Coliformes fecales y totales, UFC.mL ⁻¹	NC-ISO 4831:2010	Negativo	----	----
<i>Salmonella</i> en 25 mL, UFC.mL ⁻¹	NC-ISO 6579:2008	Negativo	----	----
Bacterias ácido lácticas (BAL), UFC.mL ⁻¹		4,2x10 ⁹	0,38	9,07
pH		3,40	0,06	1,86
Color		Café	----	----
Olor		Ácido dulzón	----	----
Sabor		Dulzón	----	----
Textura		Líquida	----	----
UFC: Unidad Formadora de Colonias DE: Desviación Estándar CV: Coeficiente de Variación				

Procedimiento experimental para la evaluación del efecto del biopreparado de MEAG

Los indicadores evaluados fueron consumo de MS, EM y PB, peso vivo inicial (PI), peso vivo final (PF), incremento de peso (IP), ganancia media diaria (GMD), conversión alimentaria (CA) de MS, EM y PB, hemoglobina, hematocrito, leucocitos totales, eosinófilos, linfocitos, monocitos, morbilidad, mortalidad y sus causas. La determinación de estos indicadores se realizó de la forma siguiente:

El consumo de MS, EM y PB se calculó según la composición química del alimento y se determinó de la siguiente manera: Alimentos ofrecido (kg) –alimentos rechazados (kg).

El peso vivo final de los animales se cuantificó a los 33 días de experimentación en una balanza Salter con capacidad de 50 kg y precisión ±0,01 kg.

El incremento de peso vivo se calculó por la diferencia entre el peso vivo final (PF) y peso vivo inicial (PI), es decir $IP=PF-PI$

La ganancia media diaria se calculó por la fórmula: $GMD= (PF- PI) /tiempo$ de la evaluación

La conversión alimenticia a partir de la fórmula:

CA, de MS= kg de MS consumido + ST de la leche/kg de incremento de PV

CA, de EM= Megajoule (MJ) de EM consumido /kg de incremento de PV

CA, de PB= g de PB consumido /kg de incremento de PV

Durante toda la etapa experimental, se registró el número de animales con síndromes diarreicos o animales muertos para determinar la proporción de morbilidad y mortalidad.

Al final de la experimentación, se seleccionaron al azar ocho animales de cada tratamiento y se les extrajo sangre de la vena orbital con agujas tipo California. Las muestras se depositaron en tubos impregnados con EDTA disódico (1.0 mg/mL de sangre) y se trasladaron para su procesamiento en el Laboratorio Provincial de Diagnóstico Veterinario, según las metodologías descritas por Coffin (1966).

Análisis estadístico

Todos los datos experimentales se procesaron con el programa STATISTICA Versión 10 DE StatSoft, Inc. 1984-2011. Se realizó un análisis de varianza simple (ANOVA), previa comprobación de los supuestos de normalidad Kolmogorov-Smirnov y homogeneidad de varianza entre grupos Levene (1960), respectivamente. Las diferencias entre medias se detectaron con el test de rangos múltiples de Duncan (1955) para $p < 0,05$. Las variables peso inicial, conversión alimentaria MS, EM, PB, hematocrito, hemoglobina, linfocitos y leucocitos totales incumplieron con los supuestos antes mencionados por lo que se empleó la prueba de Kruskal y Wallis (1952) de comparación múltiple de muestras independientes, lo que permitió evaluar el efecto intergrupar de los mismos. La magnitud de las diferencias entre las medianas se determinó con la dócima de comparación de rangos medios de Z (Siegel y Castellan, 1988), para $p < 0,05$. Para los indicadores, morbilidad y mortalidad por trastornos digestivos, se realizó un análisis de proporciones mediante la prueba de Chi-cuadrada (χ^2), con un nivel de significación de $p < 0,05$.

RESULTADOS

La **tabla 2** muestra los resultados de los indicadores productivos de las crías suplementadas con el biopreparado de MEAG a los 33 días de experimentación, apreciando diferencias ($p < 0,05$) entre tratamientos para estos indicadores, a excepción del peso inicial. Se obtuvieron los resultados superiores ($p < 0,05$) en dosis de 2,0 mL MEAG/kg de PV, para las variables peso vivo final e incremento de peso (0,59; 0,70 y 0,66 kg), ganancia media diaria (17,8; 21,1 y 20,0 g) e inferior en la conversión alimentaria de MS, EM y PB, al control y los tratamientos dos y tres, respectivamente.

Tabla 2. Efecto del biopreparado de MEAG en indicadores productivos de crías porcina con 33 días de edad.

Indicadores	Dosis del biopreparado de MEAG, mL.kg ⁻¹ de PV				H [†]	p
	Control	2,0	10,0	20,0		
Pesos inicial, kg	1,49 (1,56)	1,51 (1,56)	1,57 (1,55)	1,53 (1,56)	0,428	0,934 NS

Conversión Alimentaria de MS+ST, kg / kg	0,93 ^b (0,96)	0,85 ^a (0,86)	0,95 ^b (0,99)	0,96 ^b (0,97)	11,64	0,009**
Conversión de EM, MJ.kg ⁻¹ PV	6,65 ^b (6,81)	6,04 ^a (6,11)	6,75 ^b (7,03)	6,81 ^b (6,89)	11,64	0,009**
Conversión de PB, g.kg ⁻¹ PV	79,48 ^b (81,41)	72,25 ^a (72,97)	80,68 ^b (84,08)	81,34 ^b (82,33)	11,64	0,009**
Indicadores	Dosis del biopreparado de MEAG, mL.kg⁻¹ de PV				±EE	p
	Control	2,0	10,0	20,0		
Peso final, kg	7,25 ^b	7,84 ^a	7,13 ^b	7,17 ^b	0,105	0,021*
Incremento de peso, kg	5,69 ^b	6,28 ^a	5,58 ^b	5,62 ^b	0,088	0,021*
Ganancia media diaria, g	172,5 ^b	190,3 ^a	169,2 ^b	170,3 ^b	2,684	0,021*
†Kruskal y Wallis (1982), ^{a,b} Medianas con letras diferentes difieren (Z (Siegel y Castellan, 1988)). ^{a,b} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a p ≤ 0,05 (Duncan 1955)‡, EE: Error Estándar. Medias entre paréntesis, *p<0,05, **p<0,01, NS (no significativo).						

La **tabla 3** muestra los resultados de los indicadores de salud evaluados en la investigación. Se observa que no se encontraron diferencias entre grupos para la proporción de mortalidad. Por su parte, la morbilidad fue superior en el grupo control. Este grupo difirió con el tratamiento tres, sin diferencias entre estos dos grupos con las dosis 2,0 y 10,0 mL de MEAG/kg PV/día. Los trastornos digestivos fue la principal causa de muerte de los animales en los dos primeros tratamientos.

Tabla 3. Proporción de morbilidad y mortalidad en los grupos de animales evaluados.

Indicador	Tratamientos	Número de animales	Valor (%)	χ^2	±EE	p
Mortalidad	Control	1	4,17	2,04	2,91	0,563 NS
	T1	1	4,17			
	T2	0	0,00			
	T3	0	0,00			
Morbilidad	Control	16	66,7 ^b	18,4	9,62	0,004**
	T1	8	33,3 ^{ab}			
	T2	5	20,8 ^{ab}			
	T3	3	12,5 ^a			
^{a,b} Proporciones con letras diferentes en la misma columna difieren a p<0,05, EE: Error Estándar. T1, T2 y T3 dosis de 2,0, 10,0 y 20,0 mL del biopreparado de MEAG/kg de peso vivo/día, respectivamente, χ^2 : Valor de Chi-cuadrado, **p<0,01, NS (no significativo).						

Los valores de los indicadores hematológicos de las crías a los 33 días de edad se presentan en la **tabla 4**. Éstos incrementaron con el aumento de la dosis del biopreparado. No obstante, todos los valores se encuentran en los rangos de referencias considerados como normales, según lo informado por Perri *et al.* (2017), a excepción de una moderada leucopenia en el grupo control.

Tabla 4. Efecto del biopreparado de MEAG en indicadores hematológicos de crías porcinas con 33 días de edad.

Indicadores	RR	Dosis del biopreparado de MEAG, mL.kg ⁻¹ de PV				H [†]	p
		Control	2,0	10,0	20,0		
Hematocrito, %	26,0-41,0	29,0 ^c (28,37)	30,0 ^{abc} (29,63)	30,0 ^{abc} (30,87)	33,0 ^a (32,62)	17,36	0,0006***
Hemoglobina, g.dL ⁻¹	8,80-14,0	9,65 ^c (9,45)	10,0 ^{abc} (9,86)	10,0 ^{abc} (10,27)	10,8 ^a (10,76)	16,41	0,0009***
Linfocitos, x10 ⁹ .L ⁻¹	2,22-16,0	4,20 ^c (4,20)	4,50 ^{bc} (4,51)	4,90 ^{ab} (4,97)	6,20 ^a (6,26)	19,29	0,0002***

Leucocitos totales, $\times 10^9.L^{-1}$	8,70-37,9	8,7 ^b (8,39)	10,35 ^{ab} (9,62)	11,15 ^{ac} (11,37)	13,4 ^c (13,24)	27,24	0,0000***
Indicadores	RR	Dosis del biopreparado de MEAG, mL.kg ⁻¹ de PV				±EE	p
		Control	2,0	10,0	20,0		
Monocitos, $\times 10^9.L^{-1}$	0,00-5,00	0,31 ^d	0,44 ^{cd}	0,55 ^{bc}	0,85 ^a	0,047	<0,0001***
Eosinófilos, $\times 10^9.L^{-1}$	0,00-1,80	0,37 ^c	0,52 ^c	0,82 ^b	1,19 ^a	0,066	<0,0001***
†Kruskal y Wallis, (1982), ^{a,b,c} Medianas con letras diferentes difieren (Z Siegel y Castellan, 1988). ^{a,b,c,d} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a $p \leq 0,05$ (Duncan, 1955)‡, EE: Error Estándar, Medias entre paréntesis, *** $p < 0,001$. RR: Rangos referenciales por Perri <i>et al.</i> (2017).							

DISCUSIÓN

El comportamiento de los indicadores productivos y de salud observado en la presente investigación con crías porcinas (**tabla 2 y 3**), pudiera estar asociado con la acción multifuncional que ejercen los aditivos microbianos en el tracto gastrointestinal de los animales. Estos aditivos pueden, fundamentalmente, estabilizar y proteger el ecosistema gastrointestinal, mejorar los procesos de digestión y absorción de nutrientes y modular el sistema inmune (Sosa, García y Dustet, 2018). Los mismos autores plantearon que la actividad dependerá de la especie o especies microbianas que posea el producto. Asimismo, Giraldo-Carmona, Narváez-Solarte y Díaz-López (2015) y Fohse, Zijlstra y Willing (2016) mencionaron que la respuesta en la sanidad intestinal, el bienestar y la productividad de los cerdos, dependerá de la cantidad, concentración microbiológica y del tiempo adecuado de su aplicación, que garantice el equilibrio de la microbiota intestinal.

Otro elemento que permite mantener un estado de eubiosis favorable para el animal lo constituye la producción de sustancias antimicrobianas, vitaminas y otros nutrientes. En este sentido, Beruvides (2020) destacó el papel de las bacterias lácticas en la producción de ácidos orgánicos y sustancias antimicrobianas como bacteriocinas. También, Barreto Argilagos *et al.* (2015) resaltaron que la producción de ácidos orgánicos (en especial ácido láctico) y ácidos grasos de cadena corta (acetato, propionato y butirato) por estos cultivos pueden modificar el pH del lumen intestinal ($pH < 4.0$ que no es tolerado por determinados enteropatógenos). A su vez, los aditivos incrementan la producción de enzimas relacionadas con los procesos digestivos, como la β -galactosidasa que estimula la peristalsis gastrointestinal y promueve la digestibilidad aparente de los nutrientes (Zhao y Kim, 2015; Beruvides, 2020). Una mejora en los procesos, antes mencionados, influye en el estado nutricional de los animales, que se puede manifestar a través de indicadores hematológicos (Fernández *et al.*, 2014), como los determinados en el presente estudio.

Los aditivos microbianos, además, pueden incidir en los cambios que se producen en la morfofisiología de la mucosa intestinal (Knap *et al.*, 2011). En este sentido, Trevisi *et al.* (2017) aplicaron un biopreparado y observaron que los animales tendieron a aumentar las células mitóticas en las vellosidades y criptas, y a disminuir las células en apoptosis, en comparación con el grupo control. El aumento de la superficie de absorción de nutrientes en la mucosa intestinal, unido a la eficiencia provocada en la digestibilidad, facilita el incremento de los indicadores productivos.

Comportamientos productivos semejantes al obtenido en el presente trabajo se reportaron por Montejo-Sierra *et al.* (2017), quienes evaluaron en crías lactantes el efecto del aditivo microbiano IHpus, que posee similitud al biopreparado MEAG. También Beruvides (2018 y 2020) y Suárez, Buitrago y Rondón-Barragán (2019), encontraron que los cerdos manifestaron un mejor peso al destete, ganancia media diaria y conversión alimenticia comparadas con el grupo control al aplicar aditivos microbianos que contenían bacterias lácticas y levaduras.

Por otra parte, la aplicación de cultivos mixtos que incluyen diferentes especies microbianas o multicepas favorecen la exclusión de entoropatógenos que compiten por los sitios de adhesión y nutrientes para su crecimiento (Betancur *et al.*, 2021). Este mecanismo, fundamentalmente, es atribuido a bacterias capaces de adherirse al epitelio intestinal por medio de moléculas o receptores que posibilitan el proceso y bloquean los ligandos para enteropatógenos, paso imprescindible, que propicia la colonización y ulterior liberación de enterotoxinas (Barreto Argilagos *et al.*, 2015). El proceso de exclusión se complejiza en las crías porcinas por encontrarse en una etapa de plena sucesión microbiana (Fouhse, Zijlstra y Willing, 2016). Sin embargo, la implantación de una microbiota benéfica contribuye a la protección del tracto gastrointestinal y fortalecimiento del sistema inmune.

Las bacterias ácido lácticas y levaduras presentes en bioproductos son capaces de aumentar en el número de células plasmáticas en el tracto gastrointestinal y como respuesta a dicha acción, mejora la producción de anticuerpos circulantes específicos ante bacterias patógenas (Mishra *et al.*, 2014). Este mecanismo incide en la reducción de la ocurrencia de diarreas por trastornos digestivos en los cerdos y de su mortalidad. Efecto que se observó en la presente investigación (**tabla 4**) y en la realizada por Miranda-Yuquilema, Marin-Cárdenas y González-Pérez (2018), al suministrar dosis de 2.5 mL/animal/día de dos biopreparados que contenían cepas de *Lactobacillus acidophilus*, *L. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces fragilis* en la dieta de cerdos pre-destete. De forma similar, Betancur *et al.* (2021) informaron una disminución de la incidencia de diarreas en los lechones lactantes en las tres primeras semanas de vida y reducción de las muertes de lechones/camada, al administrar a sus madres durante la etapa de gestación-lactación un biopreparado microbiano de *Lactobacilos plantarum* CAM-6, en dosis de 10.0 mL/animal/día.

Herrera, Galeano y Parra (2016), reportan la mejora de los mecanismos de defensa inespecíficos del huésped y la estimulación de la producción de células sanguíneas relacionadas con la respuesta inmune innata o adaptativa (linfocitos, monocitos y granulocitos), asociados al uso de aditivos microbianos en lechones, sin que esta acción sea exagerada o perjudicial para el huésped. También, es posible que, al interactuar con los antígenos, las células secreten citoquinas pro y antiinflamatorias específicas (interleuquina-1, interleuquina-2, interleuquina-4, interleuquina-6, interleuquina-10, interferón-gamma, factor de necrosis tumoral-alfa, factor de crecimiento transformante-beta) que regulan la función de las células T reguladoras, lo que permite alcanzar un sistema inmunológico eficaz y disminuye la susceptibilidad a diversas inflamaciones y alergias (Laskowska, Jarosz y Grądzki, 2017). Quizás, el incremento de las células hemáticas en los

animales que consumieron los MEAG, indique el efecto inmunomodulador y protector de los compuestos presentes en el biopreparado.

CONCLUSIONES

En virtud de lo estudiado, se concluye que el uso del biopreparado de MEAG como aditivo alimenticio mejora los indicadores bioproductivos y hematológicos de crías porcinas, con resultados superiores al adicionar la dosis de 2.0 mL.kg-1 de peso vivo/día.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al doctor en medicina veterinaria Alfredo Samón Sánchez por su apoyo en la ejecución del experimento en la Unidad Porcina AZUMAT, y a la investigadora Magaly Herrera Villafranca y su equipo de trabajo del Instituto de Ciencia Animal, por su asesoría incondicional con los análisis estadísticos de la investigación.

REFERENCIAS

- Ayala, L.; Boucourt, R.; Martínez, M.; Castro, M. y Hernández, L. (2008). Respuesta productiva, hematológica y morfométrica de un probiótico comercial en cerdos jóvenes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(2), 181-184, ISSN: 0034-7485. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015494011>
- Barreto Argilagos, G., Bidot Fernández, A., Rodríguez Torrens, H., & Delgado Fernández, R. (2017). Microorganismos autóctonos multipropósito en las producciones caprinas. 1ª Edición. ISBN: 978-959-7222-03-3. https://rediuc.reduc.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/1097/1/Microorganismos_autoctonos_multiproposito.pdf
- Barreto Argilagos, G., Rodríguez Torrens, H., Bertot Valdés, J., & Delgado Fernández, R. (2015). Microorganismos autóctonos multipropósitos para el tratamiento de la colibacilosis neonatal porcina. *Revista de Producción Animal*, 27(2), 20-23. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/1318>
- Beruvides Rodríguez, A. (2020). Efecto del Aditivo Zootécnico Vitafert en la Respuesta Biológica de Crías Porcinas. ISBN-13: 978-6200411839. <https://www.morebooks.de/store/es/book/efecto-del-aditivo-zootecnico-vitafert-en-la-respuesta-biologica-de-crías-porcinas/isbn/978-620-0-41183-9>

- Beruvides, A., Elías, A., Valiño, E., Millian, G., Lezcano, Y., Moliner, J. L., Rodríguez, M., & Zamora, H. (2018). Evaluation of the zootechnical additive VITAFERT in the productive performance and health of pre-fattening piglets. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(1), 49-56. <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/780>
- Betancur, C., Martínez, Y., Tellez-Isaias, G., Castillo, R., & Xinghua, D. (2021). Effect of oral administration with *Lactobacillus plantarum* CAM6 strain on sows during gestation-lactation and the derived impact on their progeny performance. *Mediators of Inflammation*, <https://doi.org/10.1155/2021/6615960>
- Coffin, D.L. (1966). Laboratorio clínico en Medicina Veterinaria. Edición Revolución, La Habana, Cuba. pp. 335
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-55. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- Fernández, H. T., Morales, M., Amela, M. I., Salerno, C., Ganduglia Rodríguez, H., Arenaz, F., & Zamponi, A. M. (2014). Efectos de la adición de probiótico (*Bacillus subtilis*) y omega 3 (*Salvia hispanica* L.) sobre los parámetros sanguíneos en pollos parrilleros. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*.34 (2), 113-116. ISSN: 2314-369X.
- Fouhse, J. M., Zijlstra, R. T., & Willing, B. P. (2016). The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*, 6(3), 30-36. <https://doi.org/10.2527/af.2016-0031>
- Giraldo-Carmona, J., Narváez-Solarte, W., & Díaz-López, E. (2015). Probióticos en cerdos: resultados contradictorios. *Biosalud*, 14(1), 81-90. <https://doi.org/10.17151/biosa.2015.14.1.9>
- Herrera Franco, V. H., Galeano, J. C., & Parra Suescún, J. (2016). Adición de *Enterococcus faecium* mejora poblaciones celulares inmunes y anticuerpos vacunales de lechones destetos. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2), 116-127. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S179444492016000200012&script=sci_abstract&tlng=es
- Instituto de Investigaciones Porcinas (IIP). (2016). Manual de procedimientos técnicos para la crianza porcina. Editorial EDIPORC, CITMA. La Habana, Cuba, pp. 45-48. ISBN: 978-959-7208-29-7.
- Knap, I., Kehlet, A. B., Bennedsen, M., Mathis, G. F., Hofacre, C. L., Lumpkins, B. S., Jensen, M. M., & Lay, A. (2011). *Bacillus subtilis* (DSM17299) significantly reduces *Salmonella* in broilers. *Poultry Science*, 90(8), 1690-1694. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01056>
- Kruskal, W.H. & Wallis, W.A. (1952). Use of ranks on one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583-621. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Kruskal-Wallis

- Laskowska, E., Jarosz, Ł., & Grądzki, Z. (2017). The effect of feed supplementation with effective microorganisms (EM) on pro-and anti-inflammatory cytokine concentrations in pigs. *Research in veterinary science*, 115, 244-249. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.008>
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. In: Ingram Olkin, Harold Hotelling *et al.* (eds.), Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling. Stanford University Press. pp. 278–292. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Prueba_de_Levene
- Luna Feijoo, M. A. & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Mercanti, J. N. (2018). *Producción láctea en cerdas primíparas* (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina). <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1768/MERCANTI%2C%20JULIETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Miranda, J. E. (2018). *Obtención de biopreparados, a partir de melaza-vinaza fermentadas, con acción probiótica en cerdas primíparas y crías* (Doctoral disertación, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad central “Marta Abreu” de las Villas, Santa Clara, Cuba).
- Miranda-Yuquilema, J. E., Marin-Cárdenas, A., & González-Pérez, M. (2018). El comportamiento bioprodutivo de cerdas reproductoras y su descendencia alimentadas con aditivo probiótico. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 69-81. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.84>
- Mishra, D. K., Verma, A. K., Agarwal, N., Mondal, S. K., & Singh, P. (2014). Effect of dietary supplementation of probiotics on growth performance, nutrients digestibility and faecal microbiology in weaned piglets. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(2), 283-290. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:anft&volume=14&issue=2&article=006>
- Montejo-Sierra, I. L., Lamela-López, L., Arece-García, J., Lay-Ramos, M. T., & García-Fernández, D. (2017). Efecto de dietas no convencionales con microorganismos nativos en la cría porcina. *Pastos y Forrajes*, 40(4), 308-314. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n4/pyf08417.pdf>
- Perri, A. M., O’Sullivan, T. L., Harding, J. C. S., Wood, R. D., & Friendship, R. M. (2017). Hematology and biochemistry reference intervals for Ontario commercial nursing pigs close to the time of weaning. *The Canadian Veterinary Journal*, 58(4), 371-376. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28373729/>

- Rodríguez Torrens, H. C., Barreto Argilagos, G., Lapinet Cabrera, A., Montejo Sierra, I. L., Beretervide Rodríguez, P. J., Contino Esquijerosa, Y., & Montes de Oca, R. V. (2021). Behavior of Hematologic Indicators in Pre-Fattening Pigs Fed with Multipurpose Autochthonous Microorganisms' Fermented Concentrates. *EC Veterinary Science*, 6(4), 17-23.
https://www.academia.edu/45678455/Behavior_of_Hematologic_Indicators_in_Pre_Fattening_Pigs_Fed_with_Multipurpose_Autochthonous_Microorganisms_Fermented_Concentrates
- Rodríguez-Fernández, J. C., Méndez-García, V., Calero-Herrera, I., Peña-Calzada, K., Martos-Tejera, D., & Kukurtcu, B. (2016). Evaluation of the Nutritional Supplement VIUSID Vet Powder on the Productive Behaviour of Sows and Boars. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 5, 432-439.
<https://pdfs.semanticscholar.org/6c76/22ab552060620d9690b6bc5c29765e26f99c.pdf>
- Rostagno, H. S., Teixeira Albino, L. F., Hannas, M. I., Lopes Donzele, J., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., Saraiva, A., Teixeira, M. L., Rodriguez, P. B., de Oliveira, R. F., de Toledo, S. L., & de Oliveira, C., (2017). Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 4ª Edición.
<https://eliasnutri.files.wordpress.com/2018/09/tablas-brasilec3blas-aves-y-cerdos-cuarta-edicion-2017-11.pdf>
- Sathyabama, S., Ranjith Kumar, M., Bruntha Devi, P., Vijayabharathi, R., & Brindha Priyadharisini, V. (2014). Co-encapsulation of probiotics with prebiotics on alginate matrix and its effect on viability in simulated gastric environment. *LWT-Food Science and Technology*, 57(1), 419-425. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.024>
- Siegel, S. & Castellan, N. (1988). Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. Edit. McGraw-Hill, Inc. Singapore. pp. 399.
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.puce.edu.ec/sitio/documentos_DGA/4_5_0501_200702_11695_1101389185_S_1.pdf&ved=2ahUKEwiR2ZDx2_nuAhUtpFkKHcaoCfEQFjAFegQIERAC&usg=AOvVaw3zTC_V4fCzpxGjIB4q2pnc
- Sosa, D., García, Y., & Dustet, J. C. (2018). Development of probiotics for animal production. Experiences in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4), 357-373.
<http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/836>
- Suárez, R., Buitrago, N., & Rondón-Barragán, I. (2019). Suplementación probiótica con *Lactobacillus casei* en cerdas y su efecto sobre los parámetros zootécnicos de los lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 645-654.
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16095>

- Tellez-Soria, T., & Orberá-Ratón, T. (2018). Efecto estimulador del crecimiento de dos biopreparados biotecnológicos en cultivos de remolacha (*Beta vulgaris* L.). *Revista Cubana de Química*, 30(3), 483-494. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v30n3/ind08318.pdf>
- Trevisi, P., Latorre, R., Priori, D., Luise, D., Archetti, I., Mazzoni, M., D’Inca, R., & Bosi, P. (2017). Effect of feed supplementation with live yeast on the intestinal transcriptome profile of weaning pigs orally challenged with *Escherichia coli* F4. *Animal*, 11(1), 33-44. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001178>
- Zhao, P. Y., & Kim, I. H. (2015). Effect of direct-fed microbial on growth performance, nutrient digestibility, fecal noxious gas emission, fecal microbial flora and diarrhea score in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 200, 86-92. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.12.010>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: AVS, VMÁV, YGH, PS, YRV, EPP; análisis e interpretación de los datos: AVS, VMÁV, YGH, PS, YRV, EPP; redacción del artículo: AVS, VMÁV, YGH, PS, YRV, EPP.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.